

Faire des sciences
entre 10 et 14 ans,
c'est mener une démarche
d'investigation

Un outil à l'usage des enseignants pour favoriser une
continuité des apprentissages en sciences lors de la
liaison primaire secondaire.



Ministère de la Communauté Française
Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique



Faire des sciences entre 10 et 14 ans, c'est mener une démarche d'investigation

Un outil à l'usage des enseignants pour favoriser une continuité des
apprentissages en sciences lors de la liaison primaire secondaire

Auteurs :

Sabine Daro
Nadine Stouvenakers
Marie-Christine Graftiau

avec la collaboration de
Marie-Noëlle Hindryckx

Graphisme : Serge Nanson

Septembre 2009

Cette recherche action coordonnée par



rassemble différents partenaires de l'enseignement supérieur liégeois.



Sommaire

Introduction	5
Une démarche d'investigation... de quoi s'agit-il ?	8
Une démarche d'investigation... pour donner du sens au cours de sciences	9
Garder des traces pour structurer	10
Première étape d'une démarche d'investigation	11
Sensibiliser... mobiliser	11
Deuxième étape d'une démarche d'investigation	13
Poser le problème et choisir des méthodes de résolution adaptées	13
Troisième étape de la démarche d'investigation	17
Première phase : Chercher l'information et garder des traces	17
Chercher l'information par le biais de l'expérience	18
Chercher l'information par le biais de la modélisation	30
Chercher l'information en recherchant dans des documents	31
Chercher l'information en consultant une personne ressource	31
Chercher de l'information en effectuant une visite	32
Garder des traces pour construire des réponses	32
Deuxième phase : Construire des réponses par une prise de recul sur l'action	33
Quatrième étape	
Structurer les informations pour conclure	37
Bibliographie	40

Introduction

Ce document est le résultat d'une recherche-action en éducation intitulée « *Des outils pour favoriser une continuité des apprentissages en mathématiques et en sciences lors de la liaison primaire secondaire* ». Cette recherche, subventionnée par le Ministère de la Communauté française, a débuté en septembre 2007 et s'est achevée en août 2009. Cette partie du document concerne le volet « sciences » de la recherche ; le volet « mathématiques » faisant l'objet d'un document distinct. Cet outil est destiné aux instituteurs du dernier cycle de l'enseignement primaire et aux professeurs de sciences du premier degré de l'enseignement secondaire. Il a pour intention de donner des pistes aux enseignants pour mener une démarche d'investigation dans le domaine scientifique tout en inscrivant leur travail d'apprentissage dans une continuité. Cet outil se compose d'une brochure méthodologique et de deux brochures thématiques illustrant cette gradation méthodologique.

L'équipe de recherche

Pour mener ce projet, plusieurs institutions ont été associées : l'asbl Hypothèse, le service de didactique des Sciences biologiques de l'Université de Liège, le département pédagogique de la Haute Ecole Charlemagne et le département pédagogique de la Haute Ecole Helmo.

Des enseignants du primaire et du secondaire ont participé à différents stades du projet : réunions de travail, essais dans leur(s) classe(s), échanges...

Il s'agit de mesdames Autmans (Athénée Royal d'Herstal), Banneux et Louis (école communale d'Awan-Aywaille), Collard (Athénée Royal de Visé), Danis (Institut Saint-Hadelin à Visé), de Bouharmont (Athénée Royal d'Esneux), Denoël et Simonis (Collège Saint-Roch à Ferrières), Fico (Institut Saint-Laurent Liège), Husson (Collège Sainte-Croix à Hannut), Oliveri (Lycée Saint-Jacques à Liège), et de messieurs Bollaerts (Saint-Joseph à Remouchamps), et Lambert (école du Centre Faurieux à Herstal).

Nous en profitons pour les remercier, ainsi que leurs élèves, pour leur investissement dans le travail de collaboration.

L'objet de la recherche

Une étude précédemment réalisée et visant à renforcer l'articulation entre l'enseignement fondamental et l'enseignement secondaire dans les domaines des sciences¹, nous a permis de clarifier les statuts de l'expérience en classe et de réfléchir à une gradation méthodologique de l'apprentissage.

Partant du constat qu'il y a souvent confusion entre la démarche scientifique et le fait de faire des expériences en classe, le travail mené avec le groupe mixte d'enseignants du primaire et du secondaire nous a amené, durant ces deux années de recherche, à repréciser la place de l'expérience en classe dans le schéma plus général d'une démarche d'investigation. Ce travail tente d'apporter une clarification sur le fait qu'une démarche scientifique n'inclut pas nécessairement de l'expérimental et, qu'à contrario, « organiser des expériences » ne relève pas toujours d'une démarche scientifique. « Faire des sciences » nécessite souvent d'approcher le réel, que ce soit par l'expérimentation ou l'observation, mais il est important de prendre conscience que si cette activité n'est pas accompagnée d'une démarche intellectuelle plus globale, on passe souvent à côté des objectifs d'apprentissage. Nous nous sommes également questionnés sur les autres moyens de chercher des réponses lors d'une démarche active de recherche avec les élèves : rechercher dans des documents, réaliser une visite, modéliser... Cette réflexion méthodologique est développée dans la première partie de l'outil.

¹ Projet commandité par Madame Arena en 2005, Ministre-Présidente de la communauté de la Communauté française en charge de l'enseignement obligatoire, dans le cadre du Contrat pour l'école. Deux expériences pilotes ont concerné l'articulation des apprentissages dans le domaine des mathématiques et la troisième expérience pilote s'est intéressée à la continuité des apprentissages en sciences.

Après un travail de recul et d'analyse, nous nous sommes attachés à concrétiser ces réflexions sous forme de séquences qui s'adressent spécifiquement aux enseignants de la fin du primaire et du début de l'enseignement secondaire. Ces séquences testées dans les classes, sont décrites dans les parties II et III de l'outil.

Présentation de l'outil

L'outil s'organise en trois parties complémentaires.

- Première partie de l'outil : « **faire des sciences en classe entre 10 et 14 ans, c'est mener une démarche d'investigation** ».

Il s'agit de la **facette méthodologique** du travail. Elle tente d'apporter des réponses au « comment faire » pour rendre les apprentissages scientifiques plus efficaces, tant au niveau des savoirs, que des démarches à acquérir. Notre travail de recherche nous amène à dire que « faire des sciences », c'est mener une **véritable démarche d'investigation**, qui n'est autre que la transposition didactique d'une démarche de recherche scientifique telle qu'un chercheur en science la pratique.

Dans cette première partie de l'outil, la démarche d'investigation sera **le fil conducteur**. Nous verrons quelles sont les étapes incontournables, ainsi que les déclinaisons possibles. Les savoirs, les savoir-faire et les compétences qui sont travaillés sont nombreux, mais varient fortement selon l'étape de la démarche dans laquelle on se situe.

Il est important d'attirer l'attention sur le fait que la démarche d'investigation, telle que présentée, peut sembler linéaire et univoque. Or, il n'en est rien ! Il y a bien sûr une forme de linéarité entre un point de départ (la sensibilisation des élèves) et un point d'arrivée (la structuration finale, conclusion du travail mené), mais entre ces deux moments, les chemins se complètent et parfois divergent avant de se rejoindre. De plus, les retours en arrière sont nombreux. Le schéma proposé est donc un outil reconstruit qui a pour but de présenter les différents possibles que recouvre la démarche. Chaque situation d'enseignement sera une mise en œuvre de certaines facettes.

- Deuxième et troisième parties de l'outil

Ces parties sont des **mis en œuvre concrètes de la démarche d'investigation** dans des classes. La deuxième partie relate une séquence d'apprentissage sur **l'équilibre** et la troisième partie, une séquence d'apprentissage sur **la propagation de la chaleur**.

Les séquences proposées sont des reconstructions, a posteriori, de vécus dans des classes primaires et secondaires. Les enseignants qui souhaitent utiliser dans leur classe ces outils, choisiront les moyens qu'ils jugeront être les mieux adaptés à chaque contexte : niveau d'enseignement (primaire ou secondaire), habitude des élèves à faire des sciences, temps dont ils disposent... Ainsi, par exemple, si plusieurs phases de sensibilisation sont proposées et commentées, libre à chaque enseignant de choisir le point de départ qui convient à sa classe, voire d'en inventer d'autres...

Dans les séquences « questions d'équilibre » et « propagation de la chaleur », notre attention s'est portée sur la spécificité méthodologique de chaque niveau d'enseignement, primaire ou secondaire. Les **encarts Liaison primaire-secondaire** apportent leur éclairage sur cet aspect.

Les essais sur le terrain ont aussi permis d'identifier des réactions d'élèves ou des difficultés particulières qui ont abouti à la rédaction d'**encarts** intitulés **Echos des classes**. Ceux-ci apportent à l'enseignant des précisions quant à la mise en œuvre de la démarche dans sa propre classe.

Enfin, la réflexion méthodologique qui sous-tend la séquence est précisée dans l'**encart Recul méthodologique** lorsque cela nous semble nécessaire, parce que cela aide l'enseignant à faire des choix méthodologiques ou que l'activité proposée est un exemple qui illustre bien un point plus théorique.

Ces réflexions à propos de la liaison primaire secondaire, des échos des classes et des aspects méthodologiques, sont présentées dans la brochure, en complément de la description des étapes de la séquence.

Une démarche d'investigation... de quoi s'agit-il ?

Une démarche d'investigation

1. Sensibiliser Mobiliser

2. Poser le problème et proposer des méthodes de résolution

3. Chercher l'information, garder des traces et construire des réponses

Par l'action, chercher l'information et garder des traces

Expérimenter
Expérience pour ressentir
Expérience-action
Expérience à suivre
Expérience à concevoir

Observer
Observer pour comprendre
Observer pour comparer

Modéliser
Utiliser un modèle
Créer un modèle du réel

Rechercher dans les documents

Consulter une personne ressource

Effectuer une visite

Construire des réponses par une prise de recul sur l'action

Mettre en commun - Conclure provisoirement - Revenir au problème de départ

4. Structurer Confronter au savoir établi et conclure

Communiquer

Transférer

une démarche d'investigation... pour donner du sens au cours de sciences

Quand nous avons entamé notre travail de recherche sur la « **liaison primaire-secondaire en sciences** », il nous a semblé important de recueillir ce que « faire des sciences en classe » signifiait pour les enseignants partenaires du projet².

Voici les réponses que nous avons récoltées pour le groupe :

- identifier un problème ou une question à résoudre,
- se poser des questions,
- émettre des hypothèses³,
- observer,
- expérimenter³,
- aller sur le terrain,
- consigner nos découvertes,
- chercher à comprendre,
- échanger avec des personnes ressources,
- tirer des conclusions et synthétiser.

Comme on aurait pu s'y attendre, la réponse n'est pas univoque ! Les propositions reçues sont nombreuses et varient selon les enseignants. La discussion qui a suivi a montré que ces différentes actions sont, en fait, complémentaires et que « faire des sciences en classe » développe chez les élèves de nombreux savoir-faire et attitudes scientifiques. Le travail de recherche qui a suivi cette première réflexion, a permis de mettre en évidence l'articulation entre ces différentes facettes : les activités de sciences sont faites de moments distincts (d'étapes) qui se succèdent pour constituer une véritable démarche d'investigation.

La « **démarche d'investigation** » est ainsi peu à peu devenue notre fil conducteur. Cette démarche, qui est le fruit de notre réflexion, s'inspire de « La mise en œuvre d'une démarche scientifique : la résolution d'une énigme », proposée par l'Inspecteur P.DELFOSSE. Elle intègre également des éléments d'un article de synthèse rédigé par E.SALTIEL⁴.

Ce schéma clarifie la place de l'expérience et de l'observation comme moyens de recherche de l'information dans une démarche d'investigation plus globale. Animer des activités expérimentales en classe peut être un ingrédient, mais ne suffit pas pour « développer une démarche scientifique ». Pour y parvenir, il faut à la fois que l'expérience s'inscrive dans un contexte porteur de sens et qu'elle s'intègre dans une réelle démarche de questionnement.

Le présent fascicule présente ce qu'est une « **démarche d'investigation** » et identifie les étapes essentielles à nos yeux, car ce sont elles qui donnent leur sens aux activités de sciences.

² Il s'agissait d'un petit échantillon d'une dizaine d'instituteurs et de régents qui, pour certains d'entre eux, sont restés partenaires, tout au long des quatre années de recherche. Les réponses obtenues ont une valeur indicative, mais évidemment aucune valeur statistique.

³ Ces deux réponses ont été plus fréquemment citées.

⁴ SALTIEL E. La démarche d'investigation – Guide méthodologique (dernière mise à jour : 05/04/07). <http://www.lamap.fr> – documentation pédagogique – Comment faire – Le guide méthodologique

Garder des traces pour structurer

En sciences, le contact avec le réel, les manipulations, les expériences sont essentielles. Cependant, pour que les apprentissages aient lieu, les manipulations ne suffisent pas. V. BOUYSSSE⁵, inspectrice de l'Education Nationale française, écrit : « le risque des activités qui impliquent les élèves d'un point de vue pratique, corporel, sensible, c'est qu'ils y adhèrent tellement qu'ils sont uniquement dans « le faire », dans la volonté de réussir sans s'interroger sur ce qu'ils font, ce qui se produit et pourquoi. L'articulation Faire/Dire oblige les élèves à se mobiliser d'un point de vue cognitif, à réfléchir pour faire et après avoir fait ». Il faut prendre du recul sur l'action, qu'il s'agisse d'une expérience ou d'une observation. C'est tout l'enjeu de la structuration que B. GIOT et V. QUITTRE⁶ définissent comme suit : « mettre en relation les éléments découverts au cours des activités, établir des analogies avec le vécu, synthétiser ce qu'on sait déjà ».

Cette définition suffit à comprendre que la structuration ne se limite pas à la synthèse en fin de séquence, qui en serait plutôt l'aboutissement. La structuration nécessite de passer par des étapes intermédiaires, qui se construisent dans le « va-et-vient » entre les étapes de recherche d'information et des prises de recul, tant orales qu'écrites, sur le vécu.

A travers des éclairages théoriques, apportés par des pédagogues ou des didacticiens des sciences et enrichis par des exemples vécus durant la recherche, nous tenterons de préciser les enjeux de la structuration à chaque étape de la démarche d'investigation et de proposer des pistes pour y parvenir.

⁵ BOUYSSSE V. est chef de bureau des écoles – direction de l'enseignement scolaire. Qu'apprend-on en matière de langue et de langage en faisant des sciences ? Quelques repères pour l'école primaire. 2005

⁶ GIOT B., QUITTRE V. Les activités scientifiques en classes de 3e et 4e années primaires Aider les élèves à structurer leurs acquis. Service général du pilotage du système éducatif AGERS Ministère de la Communauté française 2006

Première étape d'une démarche d'investigation

Sensibiliser... mobiliser

Enjeu : « La situation de départ va être déterminante pour la suite des activités. Tout à la fois, elle doit questionner, surprendre, interpeller, tout en proposant une contextualisation du savoir. Il est très important que le thème proposé ait un véritable sens pour l'apprenant ... et non seulement pour l'enseignant ! L'idée est bien sûr de pouvoir rebondir sur une situation fortuite offerte par les élèves eux-mêmes. Néanmoins, cette situation est relativement rare ... quoiqu'avec un peu d'habitude et, surtout, face à des élèves qui savent (se) poser des questions, elle peut survenir assez fréquemment. Malgré cela, il faut toujours trouver « une accroche » qui, sans être artificielle, relie le savoir à l'apprenant, l'interpelle assez fortement pour qu'il ait envie d'en savoir plus, lui procure cet « appétit » d'apprendre et de comprendre ». A. GIORDAN et F. PELLAUD (2008)

Rôle de l'enseignant : Apporter ou provoquer une situation de départ; contextualiser ; interpeller

Rôle de l'élève : Etre curieux, se questionner, s'étonner, formuler sa pensée spontanée

Il existe différents types de phases de sensibilisation. Le tableau ci-dessous en propose un classement selon leur caractère fortuit, provoqué, voire même évoqué.

Situations fortuites	Situations provoquées (par l'enseignant)	Appel au vécu
Événement d'actualité Événement vécu par la classe Observation spontanée	Sortie sur le terrain Expérience spectacle Article qui interpelle Observation libre	La situation, connue des élèves, est évoquée comme point de départ

Dans les séquences « équilibre » et « chaleur », nous proposons des exemples de situations de départ provoquées dont le rôle est de sensibiliser et de mobiliser les élèves.

Garder des traces de la phase de sensibilisation, de mobilisation

Dès la situation de départ, garder des traces est important pour conserver les éléments qui guideront la recherche afin qu'elle reste en adéquation avec le questionnement initial. En effet, puisque vivre une démarche d'investigation prend du temps⁷, cette trace de départ, commune à toute la classe, sera la mémoire des observations ou du questionnement de départ.

La phase de sensibilisation est aussi l'occasion de recueillir les premières expressions spontanées des élèves. Ces traces individuelles, parfois écrites sous la forme de dessins ou de phrases, permettent à l'enseignant de prendre connaissance des représentations mentales de chacun de ses élèves, afin de mieux baliser le travail de recherche et d'anticiper les obstacles à l'apprentissage.

Pour en savoir plus...

GIORDAN A., PELLAUD F. et al. , Comment enseigner les sciences Manuel de pratiques. Trouver du sens aux savoirs abordés, être motivé pp 32 à 39 Pédagogie et Formation Delagrave Edition 2008

SALTIEL E., La démarche d'investigation – Guide méthodologique (dernière mise à jour : 05/04/07). Document à télécharger sur le site : <http://www.lamap.fr> – documentation pédagogique – Comment faire – Le guide méthodologique

⁷ Vivre une démarche d'investigation prend non seulement du temps, mais s'étale souvent dans le temps puisque, tant à l'école primaire qu'au début du secondaire, le nombre de périodes hebdomadaires consacrées aux sciences est évidemment réduit.

Deuxième étape d'une démarche d'investigation

Poser le problème et choisir des méthodes de résolution adaptées

Enjeu : Partir des élèves sans y rester...

Rôle de l'enseignant : Reformuler l'expression de l'étonnement, de la curiosité, de la pensée spontanée de l'enfant et clarifier les controverses pour définir ce que l'on cherche. Ensuite, guider ses élèves vers des méthodes de résolution adaptées au sujet d'étude et aux élèves.

Rôle de l'élève : Interagir avec ses pairs et avec l'enseignant. Suivre le guidage proposé par l'enseignant pour se décentrer et arriver à des questions de sciences. Ensuite, imaginer le « comment s'y prendre » et sélectionner les pistes de recherche.

Cette phase est relativement brève, mais essentielle pour définir clairement, avec et pour les élèves, ce que l'on cherche. Les axes de recherche doivent être identifiés et clarifiés. Le rôle de l'enseignant est très important, car toute la suite du travail en dépend.

« ...l'objectif d'apprendre consiste à passer d'un questionnement personnel à un questionnement scientifique, d'une attention subjective tournée vers elle-même à une curiosité dirigée vers l'objet du savoir. Il faut éviter que l'on s'enlise dans des considérations trop personnelles. L'affectivité et la subjectivité mobilisées par la séquence de départ doivent être valorisées par la pensée et la réflexion, qui donnent leur sens aux activités pédagogiques. Ainsi, l'intérêt premier tâtonnant devient décision, volonté et persévérance. » A. GIORDAN et F. PELLAUD (2008)

Voici un **exemple**, dans la séquence équilibre, où il faut quitter le cas précis de la mise en situation pour aboutir à un questionnement plus général.

Une des mises en situation proposées part d'un document de presse qui relate la chute accidentelle d'une grue de chantier. Dans la première phase, chaque enfant liste des pistes qui permettent d'expliquer pourquoi cette grue est tombée. Mais, pour poser le problème, il s'agit de sortir du cas particulier pour s'interroger sur ce qui influence l'équilibre d'un objet au sens large (y compris notre propre équilibre). De même, des réponses comme celles mettant en avant la distraction du conducteur, bien que plausibles, ne seront pas retenues, car éloignées de l'objet du savoir.

Questions ou hypothèses ?

Selon l'âge des élèves ou le sujet abordé, poser le problème reviendra à poser une série de questions et, peut-être à formuler des hypothèses (c'est-à-dire une explication possible provisoire, qu'il faudra vérifier).

Formuler des hypothèses est une tâche intellectuellement difficile, particulièrement à ce stade de la démarche. Elle requiert une attitude et une formulation rigoureuses et précises, puisqu'il s'agira d'exprimer, a priori, les causes possibles et les différents facteurs qui entrent en jeu. Des capacités d'anticipation et d'abstraction sont nécessaires. Si le sujet permet d'aller jusqu'à la formulation d'hypothèses, il faut que l'enseignant reste présent pour aider les élèves à mettre en lien les variables en présence. A l'école primaire, l'enseignant sera présent pour aider à formuler les hypothèses à partir des idées des élèves. Dans le secondaire, les élèves deviennent capables de proposer seuls des hypothèses explicatives. L'enseignant interviendra pour vérifier la pertinence par rapport au questionnement de départ.

Questions, hypothèses, suppositions, moyens...les confusions sont fréquentes ! ⁸

Si, devant une activité à propos des liquides, l'élève se demande si l'huile se mélangera avec l'eau ou pas, c'est une **question**. Faire l'essai permettra d'apporter la réponse : l'huile et l'eau ne se mélangent pas.

Si, lors d'un atelier sur l'électricité, l'enseignant demande comment savoir si la pile est chargée et que l'élève répond : « en la plaçant dans une lampe de poche pour vérifier si l'ampoule s'allume », il apporte **un moyen**. Le moyen apporte une réponse à un problème pragmatique (comment faire ?).

Si, devant le choix posé : flottera ou flottera pas ?, un enfant dit : « Je pense que le cube en plastique rouge va flotter », il fait **une supposition**. Faire l'essai confirmera (ou non) ce qu'il imagine.

Mais si l'enfant ajoute que « c'est **parce que** le cube est léger qu'il flotte » ; il justifie sa réponse en proposant une explication, **une hypothèse** : « un objet léger flotte ». L'hypothèse est une explication, a priori, face à un problème scientifique (comment expliquer que ?). Dans l'exemple donné, expérimenter montrera assez vite les limites du modèle explicatif proposé et l'hypothèse sera amendée.

Questions, moyens, suppositions ou hypothèses peuvent servir de point de départ pour une activité scientifique, mais si l'on veut mener une démarche scientifique « sensu stricto » qui implique de concevoir l'expérience « pour prouver », c'est la formulation d'hypothèses qui doit être suscitée.

Transformer les questions des enfants en questions de recherche

W. HARLEN et S. JELLY (2002, pp 29 - 32) proposent des pistes pour traiter les questions des enfants.

Les enfants peuvent poser des questions pour diverses raisons : pour avoir des réponses, pour attirer l'attention, pour montrer que le sujet les intéresse... parfois, ils n'attendent même pas la réponse...

Leurs questions désarçonnent souvent les enseignants et les animateurs d'activités scientifiques (qu'ils soient scientifiques ou non !).

Les questions ci-dessous permettent de saisir la diversité des questions d'enfants. Leur traitement dépendra de la nature de chaque question.

1. Comment appelle-t-on le petit du tigre ?
2. Qu'est-ce qui fait pleuvoir ?
3. Pourquoi se voit-on dans une fenêtre ?
4. Pourquoi le hamster est-il malade ?
5. Si je mélange ces couleurs, quelle couleur obtiendrai-je ?
6. Si Dieu a créé l'Univers, qui a créé Dieu ?
7. Combien de temps les vaches vivent ?
8. Comment fonctionne un ordinateur ?
9. Quand les têtards deviennent-ils grenouille ?
10. Y a-t-il des êtres humains dans l'espace ?

Selon les auteurs, certaines questions (6 et 10), relèvent plus de la philosophie que de la science et les réponses ne peuvent être « sûres ». Toutes les autres questions ont une réponse, mais cela ne signifie pas que la forme de chaque réponse soit la même, ni que l'enseignant connaisse toutes les réponses, ni même que les enfants puissent comprendre toutes ces réponses... Les questions 1, 7 et 9 peuvent faire l'objet d'une recherche collective d'information ou d'une réponse simplement différée. L'enseignant peut toujours dire : « je ne sais pas, mais on va chercher... ». Malheureusement, cette méthode est vite frustrante (pour l'enseignant comme pour l'élève...).

⁸ Réflexion inspirée de J.Y.CARIOU (2007)

En sciences, on s'intéresse plus au « comment » des choses, c'est-à-dire à la description des phénomènes, qu'au « pourquoi », ce dernier apportant des réponses plus philosophiques. Le principe consiste donc à convertir les « pourquoi » en « comment » pour transformer la question en action concrète (« voyons comment nous pouvons faire pour comprendre... »).

Il s'agit donc pour l'enseignant de pouvoir analyser rapidement la situation et d'utiliser « l'examen des variables en jeu » pour produire des questions plus riches et plus faciles à traiter. Par exemple, pour la question 3 : « se voit-on toujours ? » ; se demander : « Quelles conditions sont nécessaires ? Avec quel type de fenêtre ? Avec quel éclairage ?... » Dans l'exemple, la question est alors transformée en activité pratique de type expérimental : « examinons quelles sont les conditions d'éclairage pour pouvoir se voir dans une fenêtre ... ».

Les enfants qui explorent selon de telles lignes directrices élargissent certainement leur compréhension de ce qui est en jeu dans un phénomène, sans pour autant nécessairement savoir répondre à (toute) la question du départ. Mais l'important est peut-être plus de déclencher une recherche scientifique digne de ce nom, que de fournir une réponse qui ne sera pas comprise.

Impliquer les élèves dans le choix du moyen (des moyens) de chercher l'information

A côté de la résolution du problème en lui-même, savoir comment on va s'y prendre pour le résoudre est une attitude précieuse à acquérir. Les méthodes sont nombreuses et il est nécessaire que l'enseignant varie, au cours de l'année, les approches qu'il propose à ses élèves : **expérimenter, observer, modéliser, consulter une personne ressource, mener une recherche documentaire, organiser une visite**. Il nous semble que bien souvent, « choisir la méthode de résolution » soit une étape « escamotée » par l'enseignant qui a fait le choix, seul, de la méthode parce que, pour lui, cela tombe sous le sens qu'expérimenter est efficace dans tel cas, ou que la recherche documentaire doit être utilisée parce que l'accès au réel n'est pas possible. Pour l'élève, participer au choix de la méthode de résolution adaptée à la situation est un apprentissage capital qu'il pourra transférer à bien d'autres situations, voire d'autres domaines. Par ailleurs, c'est aussi l'occasion de percevoir la complémentarité des différentes approches : on peut à la fois se documenter et observer et expérimenter pour construire peu à peu une réponse.

Garder des traces de cette deuxième étape

Deux types de traces entrent en jeu : d'abord des écrits individuels puis des écrits construits collectivement. Il peut s'agir de partager les pistes individuelles (mise en commun orale ou écrite) et les mettre en relation pour définir le projet de recherche ; de lister les questions de chacun et choisir celles qui sont pertinentes pour la suite...

Garder une trace de cette étape est donc essentiel. Pour que les élèves puissent revenir en cours de recherche aux questions qui se posent ou aux hypothèses émises, il faut privilégier la trace individuelle (au cahier) des choix posés collectivement.

Pour en savoir plus...

CARIOU J.Y. Un projet pour...faire vivre des démarches expérimentales. Guides de poche de l'enseignant Delagrave Edition 2007

GIORDAN A., PELLAUD F. et al. Comment enseigner les sciences Manuel de pratiques. Pédagogie et Formation Delagrave Edition 2008

HARLEN W, JELLY S. Vivre des expériences en sciences avec des élèves du primaire. Outils pour enseigner. De Boeck. 2002

Troisième étape de la démarche d'investigation

Cette troisième étape se subdivise en deux phases bien distinctes, tant sur le plan intellectuel, que sur le plan des activités de l'élève.

Dans un premier temps, l'activité se focalise sur le fait de **rechercher l'information**, par le biais de différents moyens.

Dans un deuxième temps, les informations récoltées seront utilisées pour **construire des réponses**, par une prise de recul sur l'action menée.

Cependant, dans bon nombre de cas, il y a des « va-et-vient » fréquents entre les actions (visant à chercher l'information) et la **prise de recul sur l'action** (visant à construire des réponses).

Première phase : Chercher l'information et garder des traces

Enjeu : Après les premières étapes de « mise en route », viennent les moments de recherche. C'est cette étape de travail qui apporte des réponses au questionnement. Cette phase est probablement la plus riche en apprentissages variés. C'est aussi la phase la plus longue qui mettra en œuvre des moments de travail individuel, de groupe et aussi collectif.

Rôle de l'enseignant : prévoir le matériel nécessaire - guider ses élèves, les accompagner dans les différentes pistes retenues : relancer le questionnement, remobiliser, rappeler le problème.

Rôle de l'élève : réfléchir – imaginer – créer – échanger – discuter – écrire.

Plusieurs moyens sont possibles pour chercher l'information. Dans la suite, nous allons les envisager séparément afin de mettre en évidence les spécificités de chaque approche. Mais pour qu'il y ait apprentissages, chercher l'information ne suffit pas : il faut aussi garder des traces pour structurer peu à peu et construire des réponses. Cet aspect fera l'objet d'un paragraphe à lui seul.

Chercher l'information par le biais de l'expérience

Notre réflexion est partie du constat suivant : l'expérience est peu présente en classe de sciences et quand des expériences sont réalisées, c'est, le plus souvent, soit l'enseignant qui les réalise pour illustrer ses propos, soit l'élève qui les exécute en suivant pas à pas une démarche toute tracée, une « recette de cuisine »⁹. Notre travail a donc consisté à clarifier la place de l'expérimentation en classe de sciences, en identifiant **différents statuts pour l'expérience**. Cette typologie s'inspire des travaux de M. COQUIDE, A. GIORDAN et M. KOUHILA. Ensuite, nous nous sommes intéressés à une gradation, vue comme une logique méthodologique à l'intérieur d'une séquence d'apprentissage : partir d'une approche sensorielle, pour poursuivre par une approche concrète tâtonnante (qualitative) et ensuite aboutir à une approche plus rigoureuse (quantitative) dont découleront une modélisation et une abstraction du réel.

Les expériences pour ressentir

« Percevoir avant de concevoir »

Nous classons dans cette catégorie, toutes les expériences qui permettent de faire ressentir par les sens, par le corps, les notions scientifiques envisagées. Ressentir sur soi, en soi, un concept physique avant de le mettre en jeu dans des objets est une étape importante à nos yeux. Les didacticiens en psychomotricité, comme R. PAOLETTI (2000), sont convaincus des effets facilitateurs de l'activité motrice sur l'apprentissage : « En amenant l'enfant à participer activement et pleinement au processus d'apprentissage, la pédagogie basée sur l'expérimentation non seulement confère au processus et au contenu de l'apprentissage une signification et une résonance authentiquement personnelles, mais elle fait en sorte que l'élève devienne l'agent de construction de ses connaissances. Tout se passe comme si, à travers les situations d'apprentissage fondées sur l'activité motrice, le sujet interagissait avec le contenu de connaissance (Werner et Burton, 1979) ».

Si l'activité psychomotrice est capitale chez les jeunes enfants, nous pensons qu'elle a toute sa place encore entre 10 et 14 ans, notamment quand il s'agit d'aborder des concepts aussi abstraits que la notion de « poussée » ou de « pression ». Le fait de ressentir permet de s'en faire une idée plus juste et, peut-être, d'éviter de « plaquer un mot » dénué de signification.

Un exemple : une expérience pour ressentir la pression de l'eau.



Il suffit de placer sa main dans un sachet en plastique avant de l'immerger. L'élève perçoit alors aisément la pression de l'eau sur toute la surface de la main et l'exprime simplement : « l'eau pousse partout, ma main est serrée » ; « on dirait que le sachet colle à la main ».

Il s'agit d'un premier niveau de formulation de : « dans un liquide, la pression s'exerce dans toutes les directions ».

⁹ De plus, l'expérience est rarement reliée à une réelle démarche de recherche : elle « tombe » de manière un peu abrupte.

Les expériences-action

D'après M. COQUIDE (1998), « Les expériences-action ont pour but de familiariser l'élève à des objets ou des phénomènes, de l'inciter à un questionnement, de constituer un référent empirique ».

Lors de ces activités, l'enfant doit pouvoir agir sur les objets en veillant à ce que son action propre soit la cause des modifications engendrées, qu'il ne soit pas uniquement le spectateur d'effets produits, mais l'être agissant, la cause de la conséquence. L'enfant est mis en situation de comprendre le monde en agissant par essais-erreurs.

Parmi les expériences-action, on distingue les expériences « pour voir » lors de manipulations libres, et les expériences « pour voir » lors de défis. Toutes ont en commun des possibilités multiples de résolution : **c'est l'action qui prime**. Si le défi est à la portée de l'élève, il stimule sa recherche, son envie de faire et lui donne confiance en ses capacités.

Un exemple de défi ludique à propos de la flottaison : le défi-clous



Chaque équipe reçoit des feuilles de papier (A4) et des clous. Il s'agit de réussir à faire flotter le plus possible de clous avec une seule feuille. Une balance permet de peser la quantité maximale de clous mise à flotter. Chaque groupe peut réaliser plusieurs essais. Les résultats de chaque groupe sont notés au tableau au fur et à mesure. Derrière les stratégies des élèves se cachent les idées (préconceptions) que la suite de la démarche permettra de préciser.

Une première réaction pourrait être de penser que les expériences-action « ne font pas sérieux » avec les « grands », en fin de primaire et au début du secondaire et qu'elles auraient davantage leur place dans les petites classes. Pourtant, et à la condition de ne pas en rester là, nous pensons que chez les élèves de 10 à 14 ans, elles constituent un passage obligé dans un apprentissage en gradation. Elles sont un préalable nécessaire au passage vers une approche expérimentale qui exigera plus de rigueur (voir, ci-après, les « expériences à concevoir »).

Les expériences-action répondent aux besoins d'action de l'élève et permettent une motivation accrue

Nous avons pu observer comment, même au début du secondaire, une approche moins directive, incitant à l'action spontanée, restait un moment privilégié et apprécié des élèves. Elles jouent donc aussi un rôle non négligeable dans la motivation des élèves.

Elles permettent à l'enseignant de déceler les modes de raisonnement spontanés qui ont guidé l'action de l'élève

L'expérience-action permet d'établir certaines corrélations, exprimées en termes d'impressions, qui seront le point de départ d'une relation de causalité, à tester ensuite dans une phase d'expérience à concevoir. Particulièrement à l'école primaire, le rôle de l'enseignant est primordial pour faciliter cette transition progressive de la démarche « tâtonnante » à une démarche plus rigoureuse destinée à prouver l'influence d'un facteur pressenti.

Elles apportent souvent un autre regard sur l'élève

Tout au long de la recherche, des enseignants ont régulièrement rapporté le fait que chacun des statuts de l'expérience mettait en avant certains élèves. Ainsi, l'expérience-action, par son côté ludique, créatif et accessible, valorise des élèves qui sont parfois peu à l'aise avec des matières scientifiques ou qui se sentent peu concernés par des démarches plus directives ou plus abstraites, mais qui ont de bonnes intuitions pratiques.

Les expériences à suivre

Les expériences à suivre sont fréquemment rencontrées en classe. La quantité de fichiers d'activités de sciences qui inondent le marché scolaire ne fait que renforcer cette tendance puisque les expériences à suivre proviennent, pour la plupart, de fiches extraites de documents d'éveil scientifique ou imprimées d'Internet. L'enseignant reproduit telles quelles ces « recettes toute faites » que l'enfant peut suivre pas à pas pour « découvrir » une loi ou un phénomène. A. GIORDAN (1999) les appelle « **expériences imitées** » ; M. COQUIDE (1998), des « **expériences-outil** ».

L'expérience est prévue par l'enseignant. Il la choisit parce qu'elle « fonctionne » et que les résultats illustrent la loi ou la théorie qu'il veut faire passer. L'élève est alors un exécutant.

A l'**école primaire**, les expériences à suivre peuvent prendre la forme d'ateliers dirigés. Chaque atelier illustre alors un aspect de ce que l'enseignant veut faire découvrir aux enfants et quand l'élève est passé dans les différents ateliers, il a abordé de manière concrète les différents aspects d'un principe ou d'une loi.

Au **secondaire**, les expériences imitées sont aussi fréquentes. Les activités de laboratoire sont souvent organisées de manière dirigée par l'enseignant. Ce sont alors des protocoles à suivre. La méthode de travail, le matériel nécessaire et les observations à effectuer sont clairement identifiés par l'enseignant et communiqués aux élèves.

Cette manière de travailler présente certains avantages :

- Elle est rassurante pour l'enseignant qui, s'il a bien préparé le document de travail et le matériel, ne craint plus « les expériences qui ratent » et les élèves qui s'égarent dans des voies divergentes (voir, a contrario, l'expérience à concevoir).
- Pour l'élève aussi, cette démarche graduelle et analytique le rassure, car elle lui permet d'avancer sans se perdre dans des voies qui n'aboutissent pas (voir expérience à concevoir). Elle est donc plus **confortable pour les élèves** qui sont peu à l'aise dans les approches plus ouvertes et plus créatives.
- De plus, grâce au balisage proposé et aux tâtonnements ainsi évités, cette manière de travailler est assez **économe en temps**. C'est un élément qui n'est pas à négliger quand les études montrent que très peu de temps est consacré à l'apprentissage des sciences (NYSSSEN, 2002)¹⁰.

Quels sont les apprentissages possibles ?

L'expérience à suivre est efficace quand l'objectif d'apprentissage choisi par l'enseignant est essentiellement orienté sur des **contenus matière**. L'expérience apporte une approche concrète qui aide les élèves à voir ou à percevoir une notion abstraite (par exemple, la pression ou la propagation de la chaleur).

L'expérience à suivre permet aux élèves de **se familiariser avec l'approche expérimentale**. Parce que la marche à suivre est bien balisée, l'apprentissage peut se focaliser sur l'utilisation correcte d'un instrument de mesure (balance, dynamomètre ...). La méthode permet alors certains **apprentissages techniques** : apprendre à mesurer avec rigueur, récolter des résultats et les analyser, réfléchir à la pertinence et à la précision de la mesure, ainsi qu'aux moyens de l'améliorer...

Ce que les expériences à suivre ne permettent pas...

« L'enfant est seulement un exécutant. Il ne sait pas toujours ce qu'il faut voir, ce qui se passe ou comment interpréter. (...) Ce type d'expérience ne représente pas la pensée de l'élève. Ce type de pratique ne favorise en rien l'appropriation de la démarche expérimentale. (...) De plus, pour n'avoir pas pris réellement conscience de ce qu'ils faisaient, ils sont incapables de répéter la même expérimentation dans une situation proche. Nous avons affaire au mieux à un conditionnement répétitif » (GIORDAN, 1999).

¹⁰ NYSSSEN MC., 2002. L'enseignement des sciences en communauté française. Etude descriptive dans l'enseignement fondamental in Les cahiers du Service de Pédagogie Expérimentale N°s 9 et 10 – Service de Pédagogie expérimentale ULG.

Les expériences à suivre ne sont pas pertinentes pour développer une attitude scientifique. De plus, elles donnent une image dogmatique et linéaire des sciences. Il n'est pas intéressant d'utiliser les expériences à suivre comme méthode unique d'apprentissage, ni de les envisager en début d'expérimentation. Il s'agirait plutôt de les utiliser en complément d'une expérience-action ou d'une expérience à concevoir, ou pour structurer un apprentissage. Varier les approches expérimentales nous semble être essentiel.

Une extension de l'expérience à suivre...

Lorsque l'élève devient **spectateur** d'une expérience réalisée devant lui par l'enseignant ou par un animateur (par exemple, en visionnant un extrait vidéo de l'émission de la chaîne FR3 « C'est pas sorcier »), bien que le contact avec le réel se fasse à distance, nous avons choisi de classer ce type « d'expérience » dans les expériences à suivre. En effet, par ces expériences illustratives, il s'agit de transmettre de la manière la plus abordable possible, l'état actuel des connaissances sur un sujet. L'information y est claire et structurée. Les expériences démonstratives que l'élève observe apportent crédit aux propos. Le réel est modélisé pour en expliquer les propriétés de manière analytique.

De nombreux documentaires scientifiques rencontrent un grand succès dans les classes et, s'il est indéniable qu'ils apportent de nombreuses informations souvent très bien illustrées, ils ne permettent jamais à l'élève de s'approprier une démarche scientifique. Il est donc nécessaire de les utiliser en connaissance de cause et notamment lorsque l'accès au réel est difficile, voire impossible (manipulations dangereuses, matériel fragile et/ou coûteux), ou en début de travail pour susciter le questionnement, ou encore en complément des manipulations pour construire la synthèse.

Les expériences à concevoir ¹¹

Lors des *expériences-action*, les élèves sont naturellement amenés à essayer d'identifier les paramètres en jeu lors des manipulations. L'hypothèse implicite qui a guidé l'action de l'enfant doit maintenant devenir explicite. L'émergence de celle-ci est facilitée par les sollicitations de l'enseignant. Ensuite, il s'agit de concevoir, puis de réaliser une expérience qui mette à l'épreuve l'hypothèse (qui est la traduction scientifique de l'impression qui s'est dégagée des manipulations). *Ces expériences sont conçues pour prouver, pour vérifier.*

Dans l'expérience à concevoir, ce n'est plus l'action qui prime ; les manipulations ne sont plus réalisées d'emblée. Cette approche vise, au contraire, à amener les élèves à réfléchir de manière approfondie sur les expériences à réaliser : la pensée prime sur l'action. Ainsi, la conception d'un dispositif expérimental bien pensé, c'est-à-dire appuyé sur des hypothèses préalables, est au centre de l'activité. Les hypothèses à tester viennent souvent des préconceptions de l'enfant et correspondent à l'expression explicite des systèmes explicatifs sous-jacents qui ont orienté les actions de l'enfant lors des expériences-action qui précèdent.

Cette manière d'apprendre les sciences est celle prônée actuellement dans les programmes et A. GIORDAN et F. PELLAUD (2008) définissent l'expérience à concevoir comme étant « la » véritable démarche expérimentale, en précisant que : « L'intérêt de l'expérience n'est pas sa réussite, mais bien sa compréhension en amont :

- Pourquoi je fais cette expérience ?
 - Qu'est-ce que j'ai envie de voir, de vérifier, d'observer, etc. ?
 - Pour y parvenir, de quel matériel ai-je besoin ?
 - Comment vais-je m'y prendre pour mener à bien cette expérience ?
- ... et en aval :
- Pourquoi n'ai-je pas obtenu le résultat ou, du moins, pas le résultat que j'espérais ?
 - Les paramètres/produits/installations que j'ai choisis sont-ils valables ?
 - De quoi n'ai-je pas tenu compte ? »

¹¹ Les didacticiens des sciences (COQUIDE, 2001 ; KOUHILA, 2000) les appellent les expériences-objet. Nous leur préférons la terminologie « à concevoir » qui est plus explicite et préférée par les enseignants de terrain.

Faire concevoir des expériences par les élèves est peu travaillé, tant à l'école primaire qu'à l'école secondaire. Il est donc logique que nos élèves éprouvent des difficultés face à l'élaboration d'un dispositif expérimental. C'est ce que l'épreuve externe d'octobre 2003, réalisée en première année A de l'enseignement secondaire¹² a également mis en évidence¹³.

Dans le chef de l'élève...

Concevoir une expérience demande davantage de rigueur et de réflexion de la part des élèves qui se sentent parfois déstabilisés. « Ce symptôme est souvent le signe que leurs conceptions sont en train d'évoluer et qu'ils se construisent peu à peu un nouveau système de référence. S'ils sont trop déstabilisés, rien n'empêche de les rassurer en leur indiquant que c'est un passage obligé pour avancer dans la connaissance du monde » A. GIORDAN et F. PELLAUD (2008).

Dans le chef de l'enseignant...

L'enseignant est fortement associé dans le processus de recherche avec l'élève ; il ne sait pas quelles expériences seront proposées par l'élève ; il ne connaît peut-être pas les résultats de l'expérience. Il est le guide du travail, prévoit le matériel, évoque des idées d'expériences pour aider les groupes bloqués, vérifie l'adéquation des protocoles expérimentaux proposés aux hypothèses...

Comme le signalent J. P. ASTOLFI et al. (1997), « *dans toutes les activités où une grande liberté est laissée à l'élève et à la classe, le rôle de l'enseignant est délicat, car il faut développer un type de rigueur adaptée à ce type de situation. Le problème pédagogique essentiel est de ne pas « fermer » le problème par des interventions inadéquates à l'objectif. Un équilibre doit être trouvé entre une aide aux élèves et une absence d'aide pour leur permettre de développer leurs idées* ». Cela se traduit pour l'enseignant, par, « *répondre aux questions par d'autres, poser soi-même des questions aux étudiants, dans le but de maintenir l'activité de recherche. Ceci n'est pas toujours facile, car cette pratique rompt, par certains côtés avec la pratique habituelle, ce qui surprend les élèves, et surtout peut troubler l'enseignant* » (ASTOLFI et al. 1997).

L'enseignant consacre aussi une part importante de son temps et de son attention à observer la manière dont les élèves procèdent pendant la recherche – individuellement et par groupe - pour adapter ses interventions à ces observations : comment les élèves utilisent-ils les concepts étudiés antérieurement ? Quelles connaissances sont-ils capables de mobiliser correctement ? Quelles erreurs commettent-ils ? ... Tout ce qu'il apprend ainsi sur ses élèves l'aidera à concevoir des situations d'apprentissage mieux adaptées (DE VECCHI, 2000 ; ARSAC et al. 1988).

Sur le plan organisationnel...

Cette approche est plus coûteuse en temps que les expériences à suivre ou que les expériences-action puisqu'il faut laisser un temps important à la conception.

Il faut ajouter que la démarche ne sera pas linéaire, mais qu'il y aura des allers-retours nombreux entre Questionnement –Hypothèse –Expérience. Cela demande du temps et donne un « côté apparemment brouillon » à la démarche expérimentale.

¹² Evaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Mars 2004. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. 62 p. (p41)

¹³ Beaucoup d'élèves ne répondent pas à la question portant sur l'élaboration d'un dispositif expérimental. Sans doute sont-ils désarçonnés ? Ceux qui proposent un dispositif de recherche le font de manière très imprécise : certains se limitent à une liste de matériel nécessaire ; d'autres encore ne précisent pas l'hypothèse envisagée dans leur dispositif, ce qui ne permet pas de cerner la logique sous-jacente à l'élaboration du dispositif proposé ; bon nombre d'élèves ne pensent pas à isoler la variable qu'ils souhaitent étudier plus en profondeur et ainsi neutraliser les autres variables qui pourraient intervenir dans le système proposé...

Pour en savoir plus...sur les statuts de l'expérience

ARSAC G. et al. 1988, in ASTOLFI J.P. et al., Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies. De Boeck Université, Pratiques pédagogiques, 1997

ASTOLFI JP. , DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., Pratiques de formation en didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université, 1997

COQUIDE M. , Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles, Revue Aster n°26 pp 109-132, 1998

COQUIDE M. et al. , Expérimenter, (dossier) cahiers pédagogiques n°409 déc. 2002

DARO S., GRAFTIAU MC. , HINDRYCKX MN., Les activités scientifiques expérimentales. Liaison primaire-secondaire. Rapport de recherche Communauté française, Août 2007

DE VECCHI G., Aider les élèves à apprendre, Hachette Education, 2000

GIORDAN A., Une didactique pour les sciences expérimentales, éditions Belin, 1999

KOUHILA M., Formation en épistémologie de la physique à l'ENS. Groupe Girest. Ecole Normale supérieure. Marrakech. Maroc, Revue Didaskalia 17, 2000

PAOLETTI R., Education et motricité Chap.6 : L'activité motrice et la facilitation de l'apprentissage, De Boeck Université, 2000

Pistes didactiques de l'évaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire. Formation scientifique. Ministère de la Communauté française. AGERS Service Général du Pilotage du Système éducatif. Mars 2004

Une gradation réfléchie

Notre travail de recherche, axé sur la liaison primaire-secondaire, a principalement porté sur « comment faire acquérir aux élèves une démarche de recherche basée sur l'expérimentation ? ». Après avoir pris le temps de réfléchir aux différents statuts de l'expérience pour en proposer une typologie¹⁴ suffisamment claire afin qu'elle soit utilisée par les enseignants qui préparent leur cours de sciences, nous nous sommes intéressés à proposer **une gradation des statuts de l'expérience. Il s'agit donc d'une gradation méthodologique**. Cette gradation doit être adaptée à l'apprentissage des sciences pour des élèves de 10 à 14 ans; c'est-à-dire qui se situent à la fin du primaire et au début du secondaire.

Il est évident que l'objectif est d'amener les élèves à concevoir eux-mêmes des dispositifs expérimentaux. Il est tout aussi évident qu'il s'agit d'une démarche difficile à acquérir. Les différentes séquences d'enseignement construites et testées en classe au cours de la recherche (et notamment les séquences relatives à l'équilibre et à la chaleur décrites dans cet outil) nous amènent à proposer la gradation suivante :

¹⁴ Elle comporte quatre types, qui sont *les expériences pour ressentir, les expériences-action, les expériences à suivre et les expériences à concevoir*. Leurs principales caractéristiques sont décrites précédemment.

1. **Partir de l'expérience pour ressentir**, qui est accessible à tous, dès le début de la démarche puisqu'il « suffit » de percevoir le phénomène par les sens.



Prendre le temps d'utiliser nos sens pour ressentir le glaçon qui fond...

2. **Poursuivre par l'expérience-action**, qui permet d'approcher le phénomène de manière concrète en procédant par essais et erreurs tirer les enseignements qui permettront d'aller plus loin.



Utiliser un matériel varié « pour voir » ce qui influence l'équilibre d'un objet...

3. **Utiliser une expérience à suivre pour faire comprendre un point particulier** qu'il est important d'illustrer.



Suivre un protocole pour réaliser une expérience...

4. **Aboutir à l'expérience à concevoir** en rédigeant le protocole du dispositif expérimental, afin d'éprouver les idées recueillies dans les étapes précédentes. Ensuite, vérifier par l'expérience, en veillant à ne faire varier qu'un seul facteur à la fois de manière à pouvoir interpréter les résultats quantitatifs obtenus.



Penser une expérience adéquate pour mettre à l'épreuve un facteur supposé influencer le phénomène...



Ensuite, vérifier par l'expérience, en prenant le soin de mesurer afin de pouvoir comparer les résultats...

Plusieurs commentaires s'imposent car cette gradation, telle que proposée, ne doit pas donner une image figée d'un schéma qu'il s'agirait de suivre !

- Pour nous, il est d'abord essentiel que chaque enseignant s'interroge sur la place et le rôle de chaque type d'expériences afin de varier les statuts (les types d'expériences) proposés aux élèves, non seulement au cours d'une séquence, mais surtout au cours de l'année ;
- La place de l'*expérience à suivre* est assez fluctuante. Nous la proposons ici entre l'*expérience-action* et l'*expérience à concevoir*, mais elle pourrait aussi intervenir en fin de parcours pour illustrer le phénomène et aider à la structuration des apprentissages ;
- Par ailleurs, nous avons également remarqué que le passage d'un statut à un autre sera plus ou moins rapide selon le sujet d'étude. Ainsi, le nombre d'*expériences-action* ou d'*expériences-outil* nécessaires avant de passer à l'*expérience à concevoir* va dépendre de chaque séquence d'apprentissage. Certains domaines (par exemple le changement d'état solide-liquide, tel que travaillé en faisant fondre des glaçons) sont plus facilement accessibles car les phénomènes (en première approche) sont directement concrets et visibles. D'autres sujets imposent de développer plus longuement l'approche concrète pour pouvoir atteindre le niveau d'abstraction qu'ils requièrent. Par exemple, dans le cas de la propagation de la chaleur, si l'on en mesure aisément les effets, le phénomène en lui-même reste non perceptible directement par nos sens.

Le vécu sur le terrain, au cours des années de recherche, nous amène à proposer, en fin d'enseignement primaire, un passage en douceur vers l'expérience à concevoir dans laquelle la place de l'enseignant est encore très présente pour aider les élèves à sélectionner les hypothèses et, ensuite, concevoir, avec eux, les expériences adéquates. En revanche, dans l'enseignement secondaire, l'élève est davantage prêt à concevoir lui-même des expériences mettant à l'épreuve une hypothèse déterminée.

Voici un tableau, construit durant la recherche, qui a permis l'analyse des séquences d'enseignement construites, afin d'aider les enseignants partenaires à prendre conscience des différents statuts travaillés au cours d'une séquence donnée. L'exemple repris concerne une séquence sur l'équilibre, vécue en 2007-2008 dans la classe de 5^e/6^e années primaires de D. Bollaerts à Remouchamps. Les chiffres indiquent les différentes expériences menées en classe ; dans l'ordre chronologique. La lecture du document montre bien que la succession des moments d'expériences correspond à la gradation proposée ci-dessus.

Statut de l'expérience		Brève description	Séquence équilibre vécue en 5e/6e années primaires
Expérience pour ressentir	Expérience pour ressentir	Perception par le corps des phénomènes abordés.	1
Expérience-action	Manipulations libres	Face à nouveau matériel, découverte libre, sans contrainte, afin de découvrir les actions spontanées des enfants.	2
	Expérience « pour voir » dans un défi expérimental	Essai plutôt informel pour se familiariser avec un concept.	3
Expérience à suivre	Expérience illustrative réalisée par l'animateur à distance	Illustration d'un concept pour mettre en évidence une loi ou un phénomène.	5
	Expérience illustrative réalisée par l'élève.	Protocole à suivre donné aux élèves pour leur faire redécouvrir une loi.	4
Expérience à concevoir	Expérience « pour prouver »	L'expérience conçue par les élèves (éventuellement aidés par l'enseignant) sert à mettre à l'épreuve l'hypothèse formulée au préalable.	
	Expérience de validation d'un résultat, d'une prédiction, dans le cadre d'un défi théorique.	La règle ou la loi est d'abord expliquée aux élèves. L'expérience vient dans un deuxième temps pour valider le résultat obtenu (voir si le résultat prédictif est juste).	6



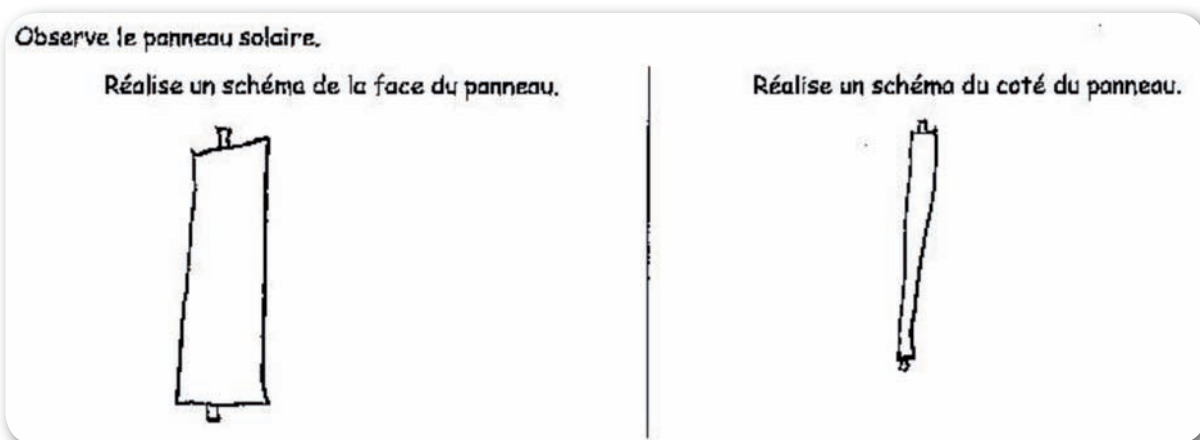
Chercher l'information par le biais de l'observation

Une fois la question posée, l'observation devient un moyen de mener l'enquête pour apporter des réponses. Elle joue un rôle important pour rassembler des données pertinentes et tirer des conclusions.

Observer est alors une attitude scientifique. « Il s'agit de chercher à obtenir l'information qui confirmera ou non une idée préconçue ou une hypothèse de départ (...). L'observation scientifique, contrairement à l'observation spontanée, est une recherche délibérée d'information précise en rapport avec un problème, une question ou une hypothèse. On a recours à l'observation scientifique dans des essais délibérés, des vérifications ou des expérimentations. Il faut alors porter une **attention** spéciale à certaines variables, à certains faits et à certaines composantes du phénomène étudié » A. CAILLE (2001). Cette attention, l'enseignant doit la clarifier et l'expliciter aux élèves, car « l'acquisition d'une information par l'observation ne ressemble pas à une éponge qui s'imbibe d'eau. Les sens n'absorbent pas tout ce qui est autour, ils fonctionnent de manière sélective, et cette sélection est influencée par les idées préconçues et les attentes. » W. HARLEN (2004). Divers malentendus surgissent lorsque les attentes de l'enseignant ne sont pas expliquées aux élèves qui mènent alors leur propre projet d'observation, parfois bien éloigné de celui de l'enseignant.

Nous avons, lors de notre travail de recherche, été confronté à ce type de problème qui pourrait, en première approche, amener à penser que « les élèves ne savent pas observer », alors que c'est la consigne qui était trop floue et qui a abouti à la réalisation de schémas d'observation décevants. Après une séance expérimentale sur le fonctionnement des panneaux solaires, l'élève devait schématiser ce panneau de face et de profil. L'objectif poursuivi était de représenter l'assemblage des éléments du panneau en vue de comprendre les échanges de chaleur au sein du panneau.

Mais le projet d'observation était, dans la consigne, trop peu explicite :



L'élève a fait ce qui lui était demandé, mais les schémas obtenus sont très imprécis et ne correspondaient pas du tout aux attentes. L'enseignant découvre que ces schémas ne sont d'aucune utilité parce qu'ils ne permettent pas de comprendre le fonctionnement du panneau solaire.

L'observation investigatrice a le même rôle que l'expérimentation : elle apporte des éléments de réponse. Selon la situation et la question de départ, elle peut répondre à des attentes variées, que J. GUICHARD (1998) appelle **finalités**. « La finalité de l'observation influence la façon dont elle est conduite et même les objets sur lesquels elle se focalise. Selon la question que l'on se pose, l'observation d'un même objet ne se conduit pas de la même manière et n'amène pas aux mêmes informations. »

De la même manière qu'il y a différents statuts pour l'expérience, nous envisageons ici différents statuts d'une observation investigatrice.

Observer pour comprendre

Faisant suite à un questionnement, à une situation problème ou à une énigme, l'observation intervient dans la construction d'un modèle explicatif, d'un concept qui permet d'interpréter le réel. Une fois le problème posé, elle permet de récolter des éléments de réponse.

Dans l'intention, l'observation pour comprendre répond à des objectifs larges : elle introduit une démarche et, au niveau des concepts, permet de passer d'une connaissance descriptive partielle à une connaissance dynamique (par exemple, qui lie la morphologie aux fonctions et aux relations avec le milieu).

L'enseignant donne l'envie et les moyens de comprendre, la possibilité de réfléchir pour comprendre soi-même, incite à ne pas accepter des idées toutes faites, à faire preuve de rigueur et d'esprit critique.

Observer pour comprendre en biologie

En biologie, on observe pour comprendre une organisation, une structure, un fait fonctionnel, un comportement, une transformation dans le temps. Dans ce dernier cas, l'observation se fera sur une certaine durée et entraînera des comparaisons entre les éléments observés à différents moments. Si l'observation est orientée dans le but de comprendre les relations entre la forme et la fonction, elle aura un double intérêt : stimuler l'intérêt des élèves et les mettre dans une véritable attitude scientifique investigatrice. Par exemple, en botanique, l'observation permettra de comprendre comment la fleur devient fruit.

Observer pour comprendre en physique

En physique, l'observation sera souvent un savoir-faire complémentaire à une démarche expérimentale. L'observation interviendra pour comparer les changements qui ont lieu, pour mesurer. Par exemple observer la déviation de la lumière réfléchi par un miroir plan et mesurer l'angle d'incidence par rapport à l'angle de réflexion.

Observer pour comparer

Dès le plus jeune âge, les enfants aiment nommer et trier les choses. Dès la maternelle, à partir d'objets hétéroclites, il est intéressant d'amener les élèves à exprimer des critères de tri ou de classement pour ensuite essayer des sériations en fonction de ces critères.

C'est en biologie que ce type d'observation est le plus souvent rencontré. Il y a un questionnement préalable, mais pas nécessairement émission d'hypothèses. Par exemple, face à divers invertébrés de la mare, le questionnement pourrait se porter sur « qui sont ces animaux ? » et « quel est leur rôle ? » ou « qui mange qui ? ». L'utilisation d'une clé de détermination permettrait de répondre au premier questionnement. Le recours à des ouvrages de références et/ou une observation prolongée, dans un aquarium, par exemple, du comportement des animaux apporteraient des réponses aux deux autres questions.

L'observation correspond à la recombinaison de données d'observations ponctuelles par des opérations intellectuelles de sériation et de classement. Exemples : comparer pour classer des feuilles, comparer des animaux pour comprendre les principes de la classification..... Le classement nécessite un esprit de synthèse.

L'observation permettra d'abord de décrire. Dans un deuxième temps, elle permet d'utiliser une grille de critères de manière à classer ou nommer. La difficulté sera plus accrue pour l'élève si, au lieu d'utiliser des critères déjà établis, il doit lui-même définir les critères qui vont lui permettre la comparaison d'éléments entre eux. Trouver des critères adéquats de comparaison n'est pas une tâche facile. L'évaluation externe, réalisée en première année A de l'enseignement secondaire de 2003 ¹⁵, a montré que seulement 29% des élèves étaient capables de réaliser un classement dichotomique à deux niveaux emboîtés.

Apprendre à observer est essentiel mais ne suffit pas !

Dans cette phase du travail, l'observation ne sera souvent qu'une des nombreuses compétences scientifiques que les élèves devront exercer. « Il est important de savoir que l'observation est un préalable essentiel pour un ensemble d'autres habiletés de la démarche scientifique. En effet, la comparaison, la sériation, la classification et la mesure, pour n'en nommer que quelques-unes, dépendent directement de l'observation. C'est l'observation qui permet de savoir si un objet a changé. L'observation ouvre la porte à la construction de savoirs scientifiques nouveaux et à la modification de savoirs déjà en place dans la structure cognitive de la personne qui observe. Il s'agit par contre d'une habileté dont la maîtrise est difficile à évaluer » A. CAILLE (2001). Ainsi quand l'observation permet de sérier, de classer ou de mesurer, l'apprenant est confronté à devoir gérer plusieurs habiletés en même temps. En être conscient doit permettre à l'enseignant d'accompagner au mieux l'élève dans ses apprentissages.

Pour en savoir plus...à propos de l'observation

CAILLE A., L'enseignement des sciences de la nature au primaire, Presses de l'université du Québec, 2001

HARLEN W., Enseigner les sciences : comment faire ? La main à la pâte Editions le Pommier, 2004

GUICHARD J., Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la terre, Hachette Education, 1998

¹⁵ Evaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire. Sciences. Résultats et commentaires Ministère de la Communauté française, AGERS Service Général du Pilotage du Système éducatif. Janvier 2004.

Chercher l'information par le biais de la modélisation

Un modèle est une représentation simplifiée, relativement abstraite d'un processus, d'un système, construit en vue de le décrire, de l'expliquer ou de le prévoir. Le modèle réduit la complexité du réel afin de faire comprendre ce réel.

Dans le domaine scientifique, un modèle est une construction matérielle ou abstraite « ressemblant » à l'objet. Il est modélisé selon un certain nombre de caractéristiques pertinentes au regard des données disponibles et/ou de l'objectif de communication poursuivi. Ainsi, le modèle est souvent utilisé dans une perspective de vulgarisation des sciences.

Dans une démarche d'apprentissage en sciences, on peut construire des réponses à des questions posées en utilisant la modélisation selon deux modes très différents quant à l'activité cognitive qu'elle suscite.

Utiliser un modèle

Illustrer les phases de la lune, en utilisant un montage animé comprenant une lampe, une balle qui modélise la Terre et une autre, modélisant la Lune, c'est utiliser un modèle. C'est la même démarche lorsque l'on consulte des schémas de coupe d'un fruit.

Pour l'élève, le modèle, bien qu'utilisé dans un souci de clarté et de simplification, n'est pas toujours au service de la compréhension de la réalité. En effet, souvent il n'apporte un éclaircissement qu'à ceux qui connaissent déjà ce que le modèle veut expliquer. Approcher un sujet en utilisant des modèles éloigne du réel et entraîne parfois des représentations erronées chez l'apprenant. En conséquence, chez l'élève de 10 à 14 ans, nous pensons que l'utilisation de modèles existants (comme toute activité à visée descriptive) trouve sa place après l'utilisation d'approches concrètes, qu'elles soient des expériences ou des observations du réel. L'utilisation de modèles n'est pas l'activité qui permet, à elle seule, l'apprentissage, mais elle le complète et sert à la structuration.

Par ailleurs, comme le précise E.SANCHEZ, M. PRIEUR et D. DEVALLOIS (2004), il est très important que le modèle ne devienne pas *objet* et *objectif* d'enseignement, ce qui aurait comme conséquence de le présenter comme « vrai », mais de le laisser à sa place *d'outil d'apprentissage*. En fonction de l'âge des élèves et du sujet abordé, il sera également important de développer un regard critique sur le modèle proposé, en s'intéressant aux limites du modèle, par l'identification de « ce que le modèle ne dit pas ».

Construire un modèle

Réaliser un schéma qui représente les transformations d'énergie dans la maison, c'est construire un modèle. Modéliser un bras articulé à l'aide de cartons et de ficelles relève de la même démarche.

L'activité de « construction d'un outil qui possède une efficacité descriptive et/ou explicative » (E. SANCHEZ, M. PRIEUR, 2005) est une activité qui mobilise plus la compréhension de l'apprenant que l'utilisation d'un outil déjà élaboré par autrui.

Si la construction d'un modèle, par essais et erreurs, peut contribuer à chercher de l'information, nous remarquons que cette tâche s'envisage le plus souvent à la fin d'une séquence car elle constitue la synthèse et participe à la structuration des apprentissages. Il est alors important de ne pas faire la confusion qui placerait, à tort, l'activité de modélisation sur un même pied que « faire une expérience ».

Si elle est annoncée en début de démarche, la modélisation peut participer à la mobilisation des élèves pour le projet. Toutefois, pour éviter une impression de « construction-bricolage » et aboutir à un réel apprentissage, des activités annexes et des moments de structuration seront nécessaires.

Pour en savoir plus...à propos de la modélisation

SANCHEZ E., PRIEUR M., Place et rôle des modèles dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre , INRP 2005 <http://acces.inrp.fr>

SANCHEZ E., PRIEUR M., DEVALLOIS D., L'enseignement des sciences de la Terre en seconde – INRP 2004 http://acces.inrp.fr/Acces/biotic/enquete-ST/Textes/Rapport_de_recherche_enquete_enseignement_geologie0504.pdf

Chercher l'information en recherchant dans des documents

La recherche documentaire est une pratique courante, tant en fin d'école primaire, qu'au début du secondaire. La recherche documentaire est un excellent moyen de rechercher de l'information qui ne doit pas prendre la place d'une investigation sur le réel (expériences et observations). Il va de soi que les écrits proposés doivent être adaptés à l'âge des élèves.

Apprendre à rechercher dans les documents est l'occasion de fréquenter la bibliothèque (de l'école, ou non). Elle permet aussi aux élèves de découvrir et d'utiliser différents types d'écrits : textes, photos, schémas... Si l'enseignant prend le temps d'analyser la forme des documents avec ses élèves (et pas seulement le contenu), ces derniers seront plus « outillés » quand ils devront, à leur tour, produire leurs propres écrits. En effet, « pour que l'élève mette les représentations graphiques au service de ses apprentissages scientifiques, il est nécessaire qu'il soit régulièrement confronté à des représentations graphiques scientifiques adaptées à ses capacités cognitives, afin d'en découvrir peu à peu la grammaire, les exigences et les conventions » B. GIOT et V.QUITTRE (2005)¹⁶.

Dans le cadre de notre travail, nous n'avons que peu utilisé la recherche documentaire comme moyen de rechercher l'information puisque nous avons privilégié l'approche concrète. Le document « Enseigner les sciences à l'école » propose une réflexion intéressante sur le « statut de la recherche documentaire et des TIC »¹⁷.

Les traces seront des écrits variés : textes, tableaux, schémas...

Chercher l'information en consultant une personne ressource

Aller à la rencontre d'une personne-ressource peut apporter des réponses au questionnement des élèves. La personne est invitée en classe ou les élèves quittent la classe pour la rencontrer sur son lieu de travail, par exemple. Dans ce dernier cas, la démarche se rapproche de la visite.

Pour que la rencontre soit pertinente, il faut qu'elle soit préparée : les questions à poser seront prévues.

Rencontrer une personne ressource peut être un point de départ ou venir en complément d'une démarche expérimentale en classe. Dans ce deuxième cas, les élèves seront dotés d'un bagage plus important et auront vraisemblablement plus de questions à poser à leur interlocuteur.

Garder des traces se fera par l'intermédiaire de notes, de schémas, de photos ou d'enregistrements sonores ou vidéo.

¹⁶ GIOT B. et QUITTRE V. Structurer ses acquis en sciences : le rôle de l'écrit, 2005 (document téléchargeable sur le site : <http://enseignement.be>)

¹⁷ « Enseigner les sciences à l'école » est un document français d'accompagnement des programmes applicables en 2002. Il est téléchargeable sur le site : <http://lamap.inrp.fr>

Chercher de l'information en effectuant une visite

Qu'il s'agisse de visites à caractère technologique (moulin à eau, usine hydroélectrique, boulangerie...) ou de sites naturels (forêt, réserve naturelle...), réaliser des sorties, des visites est toujours très enrichissant pour les élèves. Le contact avec la réalité est essentiel parce qu'elle seule place tous nos sens en éveil et nous permet d'accéder aux bruits, aux odeurs, aux dimensions réelles que des manipulations en classe ou des documents vidéo ne peuvent restituer.

Ce type de rencontre est particulièrement intéressant quand l'accès direct au réel est difficile en classe. Par exemple, dans le travail mené par l'asbl Hypothèse sur la force de l'eau, une approche expérimentale a été menée sur les aspects scientifiques : influence du nombre de pales sur la rotation de la roue (du moulin), influence de la hauteur de la chute d'eau... ; manipulations sur les engrenages (en plastique) pour comprendre la transmission de mouvement. Cependant, c'est la visite d'un ancien moulin qui a permis de se rendre compte de ce qu'est réellement un moulin à eau : dimensions réelles de la roue du moulin, disposition des engrenages qui transmettent le mouvement à la meule...

Les traces de la sortie pourront revêtir différentes formes : dessins, croquis, photos, enregistrements vidéo, échantillons à ramener en classe...

Garder des traces pour construire des réponses

Les moyens de chercher l'information pour trouver des réponses au questionnement sont variés et souvent complémentaires. Quelle que soit la méthode choisie (observation, expérimentation, recherche documentaire, modélisation ou visite), il tombe sous le sens que garder des traces pour structurer¹⁸ est vraiment essentiel à ce stade du travail. C'est aussi l'occasion de « faire des sciences » tout en développant, chez les élèves, des compétences langagières : parler, lire et écrire.

Des traces de différentes natures

Les premières traces, récoltées « dans le feu de l'action », sont des écrits temporaires (ou provisoires). Ces écrits seront individuels, même si le travail se mène en groupe, car il est essentiel que chacun puisse écrire pour, peu à peu, s'appropriier le travail et aller vers la structuration de sa pensée. Afin de ne pas ajouter de frein supplémentaire à l'expression écrite qui est bien difficile encore entre 10 et 14 ans, une certaine liberté doit être laissée à l'élève :

- accepter différentes formes d'écrits (des mots, des textes, des schémas, des tableaux...) selon ce qui correspond le mieux à chaque élève;
- accepter (provisoirement) un écrit tâtonnant, approximatif, y compris au niveau de l'orthographe;
- accepter que le soin soit mis à mal;
- accepter que des erreurs soient commises parce que l'observation est biaisée, que l'élève n'a pas compris, ou que les conclusions sont trop hâtives...

L'essentiel est que les élèves osent écrire pour garder des traces car elles sont une étape essentielle dans la construction de leur pensée.

C'est dans un deuxième temps que ces premières traces seront mises en commun, et discutées lors d'échanges entre élèves et enseignants (voir ci-après la 2^e phase de la 3^e étape de la démarche d'investigation). Enfin, après un retour éventuel aux manipulations, les notes seront retravaillées et mises en relation pour devenir peu à peu un document de synthèse structuré et corrigé (voir quatrième étape de la démarche d'investigation).

¹⁸ Le présent chapitre ne sera pas exhaustif car la structuration constitue une préoccupation à part entière à elle seule et ne fait pas l'objet principal de notre travail de recherche. Néanmoins, de par les relations que l'écriture entretient avec les sciences, ce chapitre a plutôt comme objectif de faire des liens entre chacune des étapes de la démarche d'investigation et la structuration progressive des apprentissages. Nous vous invitons à consulter les travaux de B. Giot, V. Quittre et I. Demonty relatifs à la structuration des apprentissages. Le travail de cette équipe de recherche est complémentaire à la réflexion ici menée.

Deuxième phase : Construire des réponses par une prise de recul sur l'action

Après la phase de recherche active, vient la phase de recul sur les actions menées...

Enjeu : Cette étape démarre par une mise en commun des informations récoltées. Ensuite, la discussion permet de faire le lien entre les découvertes et le problème de départ. C'est une étape de structuration nécessaire pour identifier ce qui a été fait et les questions qui restent en suspens. Cette étape permet aussi de se questionner sur les résultats divergents éventuellement obtenus par différents groupes.

Le rôle de l'enseignant est très important. « Ce sont dans les allers et retours que le maître organise entre observation du réel, action sur le réel, lecture et production d'écrits variés, que l'élève construit progressivement des compétences langagières (orales et écrites) en même temps que s'élabore sa pensée »¹⁹.

Rôle de l'enseignant : organiser la mise en commun pour faire le point avec les élèves sur l'avancement du travail, en lien avec le problème de départ de manière à tirer des conclusions provisoires qui relanceront parfois le questionnement.

Rôle de l'élève : présenter les démarches menées et les résultats - échanger - discuter.

Prendre le temps pour un recul nécessaire

Dans le feu de l'action (observation, expérience, visite...), les événements se déroulent parfois très vite, voire trop vite. Certains phénomènes à observer sont fugaces et il n'est pas certain que chacun ait perçu chacune des étapes essentielles. Par ailleurs, les enfants agissent parfois en groupe, souvent avec empressement, ou ne sont pas toujours attentifs à ce que leurs pairs testent ou modifient. Dès lors, « il est important de pouvoir s'arrêter en cours de route pour exprimer ce qu'on a fait, ce qu'on a vu et, éventuellement, ce qu'il faudrait faire pour être plus efficace » (B. GIOT & V. QUITTRE, 2006). Comme le souligne A. GIORDAN (1999), « L'activité seule, n'est pas suffisante pour apprendre. De même, de telles pratiques sont nettement insuffisantes pour faire entrer l'apprenant dans une maîtrise de la démarche expérimentale et cela déjà, à un premier niveau. L'élève ne verra que ce qu'il veut bien voir. Il ne comprendra que ce qu'il veut bien comprendre. (...) L'élève doit pouvoir exprimer ce qu'il suppose, mettre en œuvre des démarches, confronter ses idées à celles des autres ou à des documents ».

L'importance du langage oral...

La structuration démarre déjà lors des échanges entre enfants ou entre enfants et enseignants. Cette étape est essentielle et doit « être encouragée dans un dialogue constructif » entre l'enfant et l'enseignant. Au cours de ce dialogue, l'enseignant permet à l'enfant de s'exprimer sur ce qu'il est en train de faire, il l'aide à formuler sa pensée et relance le travail d'investigation par un questionnement adapté.

Ces moments d'échange, guidés par l'enseignant, seront l'occasion :

- de repréciser la question de départ car, dans des démarches ouvertes, il n'est pas rare que les élèves s'en éloignent;
- d'aider des élèves « en panne » qui, en découvrant comment d'autres s'y prennent, pourront trouver des nouvelles idées à tester;
- de partager des stratégies efficaces pour noter des résultats, pour annoter un schéma, etc. afin que les expériences des uns puissent profiter à d'autres;

¹⁹ D'après Sciences et langage dans la classe, extrait de « Enseigner les sciences à l'école ». Document français d'accompagnement des programmes applicables en 2002. Ce document est téléchargeable sur le site la main à la pâte : <http://lamap.inrp.fr>

- de prendre conscience (parfois avec l'aide de l'enseignant !) que les résultats obtenus ne sont pas interprétables car le contrôle des variables n'était pas optimum. Dans ce cas, le retour aux expérimentations correspond alors à un besoin d'être plus rigoureux.

Dans leur ouvrage *Vivre des expériences en sciences avec les élèves du primaire*, W. HARLEN et S. JELLY (2002, pp14-15), insistent sur le fait que la discussion est primordiale. Elles préconisent un temps de discussion de groupe, suivi d'une discussion de classe, afin que chacun décrive brièvement son travail aux autres et, surtout, qu'il fournisse les preuves qui lui permettent de tirer les conclusions.

Par ailleurs, elles proposent différentes questions qui peuvent aider à la structuration :

- *Les découvertes concordent-elles avec leurs idées de départ ?*
- *Si elles ne concordent pas, quelle pourrait en être la cause ?*
- *Pensent-ils que les expériences sont réussies ?*
- *S'ils devaient les refaire, quels changements y apporteraient-ils ?*

Ces questions, qui portent à la fois sur l'objet de la recherche (le contenu scientifique) et sur la démarche, permettent une réflexion visant à faire acquérir, peu à peu, une démarche de travail scientifique. Ainsi, il est essentiel de garder un regard critique sur les résultats; de revenir à la question de départ afin de se demander si les réponses que l'activité apporte sont bien en lien avec le questionnement initial; de rester vigilant sur le contrôle des variables, etc.

Le passage à l'écrit...

Ecrire est une tâche difficile et qui prend du temps²⁰, mais qui permet à l'enfant (comme à l'adulte !) de mettre de l'ordre dans ses idées, de « structurer sa pensée ».

Suite aux échanges, les écrits temporaires (pris dans le feu de l'action) vont être retravaillés. C'est bien grâce aux interactions au sein du groupe et entre les groupes que le savoir se construit.

D'abord individuels, les écrits deviendront ceux du groupe, puis ceux de la classe (écrits sociaux ou collectifs). Le tableau ci-dessous, repris de « Enseigner les sciences à l'école »²¹, identifie les rôles des écrits individuels, collectifs de groupe ou collectifs de la classe.

Les écrits personnels pour	Les écrits collectifs de groupes pour	Les écrits collectifs de la classe avec le maître pour
• exprimer ce que je pense • dire ce que je vais faire et pourquoi • décrire ce que je fais, ce que j'observe • interpréter des résultats • reformuler les conclusions collectives	• communiquer à un autre groupe, à la classe, à d'autres classes • questionner sur un dispositif, une recherche, une conclusion • réorganiser, réécrire • passer d'un ordre chronologique lié à l'action, à un ordre logique lié à la connaissance en jeu	• réorganiser • relancer des recherches • questionner, en s'appuyant sur d'autres écrits • préciser les éléments du savoir en même temps que les outils pour les dire • institutionnaliser ce que l'on retiendra

²⁰ Ecrire étant compris comme une activité de production d'écrits et non un simple recopiage d'un écrit produit par autrui.

²¹ Document français d'accompagnement des programmes. Il est téléchargeable sur le site la main à la pâte : <http://lamap.inrp.fr>

Nous pensons qu'il faut regarder ce tableau comme autant de possibilités d'utiliser l'écrit en classe de sciences en fonction de l'objectif poursuivi. A chaque enseignant de choisir quel type d'écrit il va favoriser lors de l'activité, en fonction de son contexte (sujet abordé, groupe classe, temps consacré...). Parfois même, il n'y aura pas de rapport écrit : « Parler de son travail est une excellente façon de communiquer aux autres, qui n'a pas nécessairement besoin d'être suivie de la rédaction d'un rapport (...). Une fois habitués à partager leurs expériences de cette façon, les enfants structurent mieux leur rapport écrit, lorsqu'il faut conserver les traces d'une expérience » W. HARLEN et S. JELLY (2002).

Une fois la recherche « terminée » et les résultats obtenus jugés « qualitativement satisfaisants » (précision, rigueur, ...), il reste à passer à l'ultime étape : structurer pour conclure.

Pour en savoir plus...

GIORDAN A., Une didactique pour les sciences expérimentales. Belin, 1999

GIOT B., QUITTRE V., Les activités scientifiques en classes de 3^e et 4^e années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Document à l'usage des enseignants. Chapitre II – les chemins de la structuration p.26 – Service général du pilotage du système éducatif, 2006

HARLEN W., JELLY S., Vivre des expériences en sciences avec des élèves du primaire. Outils pour enseigner. De Boeck. 2002

Enseigner les sciences à l'école - Document d'accompagnement des programmes français : il comprend 7 modules, du cycle 1 au cycle 3, qui illustrent une progression possible autour d'un thème et pour un niveau donné dans le respect des nouveaux programmes et dans l'esprit des principes La main à la pâte. Il est téléchargeable sur le site *la main à la pâte* : <http://lamap.inrp.fr>

Quatrième étape : structurer les informations pour conclure

Enjeu : A partir des informations divergentes récoltées au cours des étapes précédentes de la démarche, aboutir à un savoir organisé et structuré qui ait du sens pour l'élève. « Une activité de structuration obéit à une logique convergente puisqu'elle construit des relations entre des acquis ponctuels résultant de la résolution de problèmes variés et chronologiquement disjoints » J.P.ASTOLFI et al (1997).

Rôle de l'enseignant : orienter le travail pour aboutir à une conclusion sur les savoirs et sur les démarches.

Rôle des élèves : réorganiser les informations, sous la conduite de l'enseignant; communiquer.

Rédiger une synthèse

La structuration finale débouche souvent sur une synthèse au cahier, à étudier. Elle fait suite à un long cheminement au cours duquel les formulations provisoires se sont succédés. Les écrits brouillons, après discussion, sont remis au net. Les interactions avec l'enseignant et entre les élèves sont très importantes.

À l'école primaire, il n'est pas question de véritable compte-rendu scientifique. Néanmoins, B. GIOT et V. QUITTRE (2006) proposent des directions vers lesquelles encourager l'élève : une recherche d'objectivité, un caractère organisé faisant appel à des formes d'écritures complémentaires (textes, dessins, schémas), des tentatives pour expliquer et mettre en relation les phénomènes observés, un vocabulaire spécifique. Au secondaire, on attendra davantage de rigueur et de précision.

Pour transformer des écrits temporaires (les brouillons) en écrits « définitifs », il peut être intéressant de confronter les perceptions et observations des élèves à un savoir de référence (le « savoir savant ») afin de prendre un recul critique sur le vécu ou d'élargir le champ de validité. Cela permet en outre aux élèves d'apprendre progressivement à lire des graphiques, des tableaux de données... et à chercher l'information. Ici aussi, le rôle de l'enseignant est capital. Il doit choisir des documents adaptés au vécu en classe et accessibles à ses élèves pour ensuite les accompagner dans la lecture de ceux-ci. L'élève est amené à comparer ses résultats avec un tableau de résultats de référence ; avec un texte descriptif ou avec un schéma annoté d'un dispositif expérimental, par exemple. L'élève entre dans une phase d'analyse de son travail qui nécessite un regard critique. Cette démarche, accessible parfois dès le primaire, nous paraît particulièrement intéressante au secondaire.

Modéliser ou schématiser pour structurer

En sciences, la structuration peut prendre d'autres formes que le texte. Dans certains cas, réaliser un modèle ou un schéma peut remplacer (ou compléter) un texte. Ce type d'écrit a ses règles propres qu'il conviendra de faire découvrir peu à peu aux élèves, en les confrontant à ce type d'écrits. Dans la mesure où la construction (et dans une moindre mesure l'utilisation) de modèles reste une activité difficile qui requiert une certaine maturité, ce type d'outil sera davantage utilisé au niveau du secondaire.

Respecter le niveau de formulation de l'élève

Le document de synthèse qui figurera au cahier est parfois, pour gagner du temps, proposé à l'enfant, mais pas construit avec lui. L'enseignant utilise alors un écrit scientifiquement correct, mais qui peut devenir inaccessible à l'enfant. A. GIORDAN et G. DE VECCHI (2002), notamment, se sont intéressés à cet épineux problème du niveau de formulation.

« **Tout ce qui devient un savoir utilisable pour l'apprenant correspond à ce qu'il peut réellement exprimer.** Ainsi la connaissance va se construire en passant par des niveaux de formulation successifs. **Un niveau de formulation** peut se définir par :

- Une somme de connaissances nécessaires pour construire en énoncé,
- Un certain niveau de développement intellectuel,
- Une pratique sociale (vécu constituant le support à la formulation du concept).

Plus simplement, le niveau de formulation est un énoncé correspondant à un seuil que l'on atteint ; c'est un certain **niveau d'abstraction** qui se manifeste par un énoncé global que l'on demande à l'apprenant de **produire** (et non de réciter !). (...) C'est une étape dans l'élaboration d'un concept. Il se présente sous la forme d'une idée plus ou moins abstraite et de quelques mots clés à faire construire » G. DE VECCHI et A. GIORDAN (2002).

Pour l'enseignant, le défi est grand : il s'agit de faire évoluer l'idée qu'une formulation matérialise. « *Une phrase n'est qu'un indice : c'est la structure sous-jacente qui doit être atteinte* ». Ces auteurs invitent les enseignants à définir au préalable le niveau de formulation qu'il souhaite voir atteindre par ses élèves. Il est important de préciser que ce niveau sera défini dans un **champ de validité** donné. Ainsi, en fonction de l'âge des enfants, l'enseignant pourra considérer un premier niveau d'élaboration du savoir parce qu'il peut être considéré comme une connaissance opérationnelle.

« Les définitions pour comprendre seront peut-être dans un premier temps, exprimées dans un langage que beaucoup d'enseignants considèrent comme non-scientifique et inacceptable, mais il faut les voir comme des outils en cours de fabrication » G. DE VECCHI et A. GIORDAN (2002).

Cette notion de « champ de validité » contribue à rassurer les enseignants du fondamental, car elle autorise à « commencer à construire des connaissances conceptuelles sans pour cela entrer dans des détails trop fins ou un degré d'abstraction très élevé. On peut donc comprendre que **n'importe quel concept peut être abordé à n'importe quel âge**, à condition qu'il ait du sens pour les élèves, que l'on définisse un champ de validité limité (lié au vécu quotidien ou prenant des exemples proches de l'enfant) et que l'on ne soit pas trop prétentieux quant au contenu du niveau de formulation visé ». G. DE VECCHI et A. GIORDAN (2002).

Le but des activités d'éveil scientifique en primaire serait de multiplier les expériences concrètes de l'enfant pour stimuler l'enfant dans l'expression d'un savoir provisoire. Une connaissance des objectifs disciplinaires visés à plus long terme, permet à l'enseignant de mieux percevoir la pertinence du savoir provisoire exprimé par l'enfant. Nous posons l'hypothèse que, chez ces enfants, au secondaire, le processus qui conduit à des formulations plus conceptuelles sera facilité.

Au secondaire aussi, le niveau de formulation sera adapté : plus de rigueur dans la forme et vocabulaire utilisé plus précis. Le champ de validité sera plus large et quittera la sphère du vécu en classe pour aller vers des notions davantage généralisables et transférables à d'autres situations. Pour ce faire, confronter le vécu à des lectures de référence s'avère essentiel.

Ecrire pour communiquer

« Habituellement, c'est le rapport public, la forme de communication écrite qu'on utilise seulement à la fin d'une activité, qui préoccupe le plus les enseignantes. Cependant, il est beaucoup moins problématique quand l'enseignante et les enfants sont convaincus de sa pertinence et de son utilité. Sa pertinence tient à sa fonction, qui est généralement d'exposer aux autres ce qui a été accompli. Aussi doit-il être conçu comme devant être utilisé à cette fin ; non pas simplement fixé à un mur avec des punaises (s'il est écrit avec du papier), mais exposé oralement par ses auteurs. Il ne doit pas non plus être un document qui reste sur les tablettes, mais un outil dont les auteurs se serviront pour expliquer, démontrer et exposer comment ils ont résolu les problèmes pratiques qui se sont posés au cours de son élaboration.

Dans ce contexte, la pertinence signifie à la fois :

- ce qui est approprié pour les enfants à l'étape d'apprentissage actif où ils se trouvent;
- ce qui constitue le médium le mieux adapté à l'information particulière à communiquer.

Le rapport peut être un diagramme, un graphique, un modèle, etc., et quelques mots d'explication ou d'invitation adressés à un auditoire potentiel pourront suffire à le présenter. » W. HARLEN et S. JELLY (2002 - chapitre 3).

Dans certains cas, les écrits finalisés peuvent « quitter la classe » et être communiqués à l'extérieur, par le biais d'un journal, d'une exposition, d'un site Web... Ces écrits destinés à autrui peuvent être un facteur de motivation pour les élèves.

Ces écrits communicables seront retravaillés pour devenir des comptes-rendus, à l'image de ce que font les scientifiques. Le travail d'écriture peut être individuel ou réalisé par le groupe. Il est indispensable que l'enseignant précise à l'enfant *pour quoi* et *pour qui* il écrit.

Le document « Enseigner les sciences à l'école »²² précise les fonctions d'un écrit destiné à autrui : « il est possible d'écrire pour les autres en vue de :

- **transmettre** ce que l'on a compris, une conclusion, une synthèse;
- **questionner** une autre classe, un scientifique;
- **expliquer** ce que l'on a fait; ce que l'on a compris;
- **synthétiser** hiérarchiser, mettre en relation ».

Pour en savoir plus...à propos de la structuration

ASTOLFI J.P. et al, Mots clés de la didactique des sciences Repères, définitions, bibliographies. (chapitre 16, structuration), 1997

DE VECCHI, G., GIORDAN, A., L'enseignement scientifique Comment faire pour que « ça marche ? » Delagrave Edition, 2002

GIOT B., QUITTRE V., Les activités scientifiques en classes de 3^e et 4^e années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Document à l'usage des enseignants. Chapitre II – les chemins de la structuration p.26 – Service général du pilotage du système éducatif, 2006

HARLEN W., JELLY S., Vivre des expériences en sciences avec des élèves du primaire Outils pour enseigner Editions De Boeck, 2002

Enseigner les sciences à l'école - Document d'accompagnement des programmes français : il comprend 7 modules, du cycle 1 au cycle 3, qui illustrent une progression possible autour d'un thème et pour un niveau donné dans le respect des nouveaux programmes et dans l'esprit des principes La main à la pâte. Il est téléchargeable sur le site la main à la pâte : <http://lamap.inrp.fr>

²² Document d'accompagnement des programmes français : il comprend 7 modules, du cycle 1 au cycle 3, qui illustrent une progression possible autour d'un thème et pour un niveau donné dans le respect des nouveaux programmes et dans l'esprit des principes La main à la pâte. Il est téléchargeable sur le site la main à la pâte : <http://lamap.inrp.fr>

Bibliographie

ASTOLFI JP. , DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., Pratiques de formation en didactique des sciences. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université, 1997

ASTOLFI J.P., DAROT E., GINSBURGER-VOGEL Y. et TOUSSAINT J., Mots clés de la didactique des sciences Repères, définitions, bibliographies. Pratiques pédagogiques. De Boeck Université, 1997

BOUYASSE V., Qu'apprend-on en matière de langue et de langage en faisant des sciences ? Quelques repères pour l'école primaire in Rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire, Ministère de l'Education Nationale Octobre 2005 (document téléchargeable sur le site : <http://eduscol.education.fr/ecolsciences>)

CAILLE A., L'enseignement des sciences de la nature au primaire. Presses de l'université du Québec, 2001

CARIOU J.Y., Un projet pour...faire vivre des démarches expérimentales. Guides de poche de l'enseignant. Delagrave Edition 2007

COQUIDE M., Les pratiques expérimentales : propos d'enseignants et conceptions officielles. Revue Aster n°26, 1998

DARO S., GRAFTIAU MC. , HINDRYCKX MN., Les activités scientifiques expérimentales. Liaison primaire-secondaire. Rapport de recherche Communauté française, Août 2007

DE VECCHI G., Aider les élèves à apprendre Hachette Education, 2000

DE VECCHI G., GIORDAN A., L'enseignement scientifique Comment faire pour que « ça marche ? » Delagrave Edition, 2002

Enseigner les sciences à l'école - Document d'accompagnement des programmes français : il comprend 7 modules, du cycle 1 au cycle 3, qui illustrent une progression possible autour d'un thème et pour un niveau donné dans le respect des nouveaux programmes et dans l'esprit des principes La main à la pâte (document téléchargeable sur le site la main à la pâte : <http://lamap.inrp.fr>)

Evaluation externe en première année A de l'enseignement secondaire : pistes didactiques. Formation scientifique. Ministère de la Communauté française Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique. Service général du Pilotage du Système éducatif. Mars 2004.

Expérimenter dossier coordonné par M. Coquidé, in Cahiers Pédagogiques n°409 Décembre 2002

GIORDAN A., Une didactique pour les sciences expérimentales, éditions Belin, 1999

GIORDAN A., PELLAUD F. et al. , Comment enseigner les sciences Manuel de pratiques. Pédagogie et Formation Delagrave Edition, 2008

GIOT B., QUITTRE V. Structurer ses acquis en sciences : le rôle de l'écrit, 2005 (document téléchargeable sur le site : <http://enseignement.be>)

GIOT B., QUITTRE V., Les activités scientifiques en classes de 3e et 4e années primaires. Aider les élèves à structurer leurs acquis. Service général du pilotage du système éducatif AGERS Ministère de la Communauté française, 2006

GUICHARD J., Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la terre Hachette Education, 1998

HARLEN W., Enseigner les sciences : comment faire ? La main à la pâte Editions le Pommier, 2004

HARLEN W, JELLY S., Vivre des expériences en sciences avec des élèves du primaire. Outils pour enseigner. Editions De Boeck. 2002

KOUHILA M., Formation en épistémologie de la physique à l'ENS. Groupe Girest. Ecole Normale supérieure. Marrakech. Maroc, Revue Didaskalia 17, 2000

NYSSSEN MC., L'enseignement des sciences en communauté française. Etude descriptive dans l'enseignement fondamental in Les cahiers du Service de Pédagogie Expérimentale N°s 9 et 10 – Service de Pédagogie expérimentale ULg, 2002

PAOLETTI R., Education et motricité Chap.6 : L'activité motrice et la facilitation de l'apprentissage, De Boeck Université, 2000

SALTIEL E., La démarche d'investigation – Guide méthodologique (dernière mise à jour : 05/04/07). Document à télécharger sur le site : <http://www.lamap.fr> – documentation pédagogique – Comment faire – Le guide méthodologique

SANCHEZ E., PRIEUR M., Place et rôle des modèles dans l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre, INRP 2005. Document téléchargeable sur le site : <http://accès.inrp.fr>

SANCHEZ E., PRIEUR M., DEVALLOIS D., L'enseignement des sciences de la Terre en seconde – INRP 2004 http://accès.inrp.fr/Accès/biotic/enquete-ST/Textes/Rapport_de_recherche_enquete_enseignement_geologie0504.pdf

